

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : **05-341232**
 (43)Date of publication of application : **24.12.1993**

(51)Int.CI.

G02B 27/28
 G02F 1/35
 H01S 3/07
 H01S 3/094
 H01S 3/10

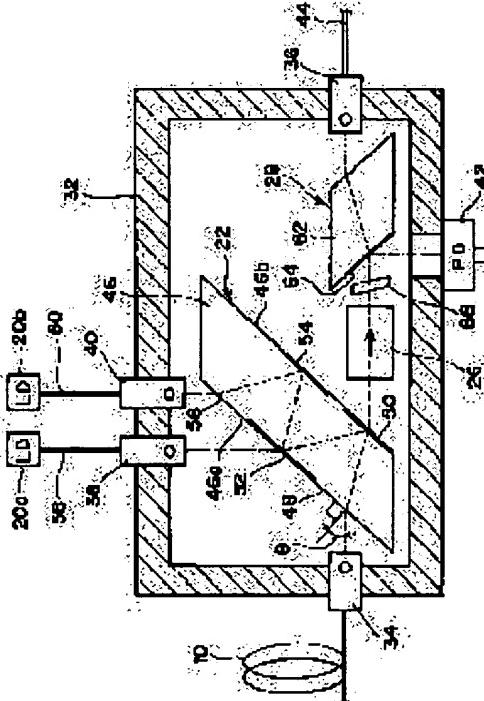
(21)Application number : **04-149737**(71)Applicant : **FUJITSU LTD**(22)Date of filing : **10.06.1992**(72)Inventor : **NAGANUMA NORIHISA
MURAI TATSUYA
KUBO TERUHIRO**

(54) OPTICAL MODULE FOR OPTICAL AMPLIFIER

(57)Abstract:

PURPOSE: To provide an optical module for an optical amplifier miniaturizing and highly stabilizing the optical circuit of the optical amplifier with low loss by using various kinds of optical films of open constitution and integrating optical functions integrally.

CONSTITUTION: An integrated type optical function device 22 vapor-depositing the branching filter film 50, the polarizing separation film 52, etc., of the open constitution on both surfaces of a parallel plane shape glass substrate 46 is arranged in the optical path of a signal beam and an exciting beam. This module is constituted so that a polarization independent optical isolator 26, a narrow band-pass filter 66 and an optical coupler 28 are arranged on the down stream side of the integrated type optical function device 22 and these optical function parts are housed in a casing 32.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] **01.06.1999**

[Date of sending the examiner's decision of rejection] **16.10.2001**

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] **3453767**

BEST AVAILABLE COPY

THIS PAGE BLANK (USPTO)

[Date of registration] 25.07.2003
[Number of appeal against examiner's decision of 2001-20410
rejection]
[Date of requesting appeal against examiner's 15.11.2001
decision of rejection]
[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

THIS PAGE BLANK (USPTO)

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平5-341232

(43) 公開日 平成5年(1993)12月24日

(51) Int. Cl. 5

識別記号

F I

G02B 27/28

Z 9120-2K

G02F 1/35

501

8106-2K

H01S 3/07

8934-4M

3/094

8934-4M

H01S 3/094

S

審査請求 未請求 請求項の数12 (全7頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号

特願平4-149737

(22) 出願日

平成4年(1992)6月10日

(71) 出願人 000005223

富士通株式会社

神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地

(72) 発明者 長沼 典久

北海道札幌市中央区北一条西2-1 富士

通北海道ディジタルテクノロジ株式会社内

(72) 発明者 村井 達也

北海道札幌市中央区北一条西2-1 富士

通北海道ディジタルテクノロジ株式会社内

株式会社内

(74) 代理人 弁理士 松本 昂

最終頁に続く

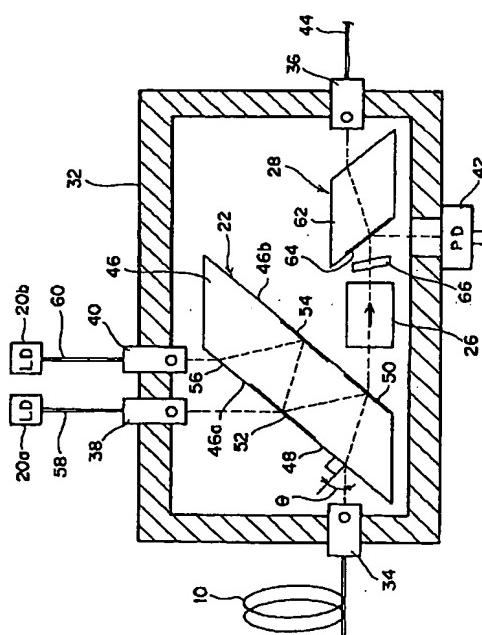
(54) 【発明の名称】光増幅器用光モジュール

(57) 【要約】

【目的】本発明はオープン構成の各種光学膜を使用して光機能を一体集積化することにより、光増幅器の光回路を低損失で小型化、高安定化することのできる光増幅器用光モジュールを提供することを目的とする。

【構成】平行平板状ガラス基板46の両面にオープン構成の分波膜50、偏光分離膜52等を蒸着した一体型光機能デバイス22を信号光及び励起光の光路に配置する。一体型光機能デバイス22の下流側に偏光無依存性光アイソレータ26、狭帯域バンドパスフィルタ66及び光カプラ28を配置し、これらの光機能部品を筐体32中に収容して構成する。

実施例断面図



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 少なくとも信号光を透過し励起光を反射する分波膜、カプラ膜及び受光素子を含んだ光増幅器用光モジュールであって、
信号光入力光路に対して所定角度傾けて平行平板状ガラス基板(46)を配置し、
該ガラス基板(46)の、信号光入力方向から見て第一面(46a)の信号光が入射する部分に第1無反射膜(48)を形成し、該第一面(46a)で屈折した信号光が第二面(46b)と交差する部分に信号光を透過し励起光を反射する分波膜(50)を形成し、該分波膜(50)で反射した光がガラス基板(46)の第一面(46a)と交差する部分に偏光分離膜(52)を形成し、該偏光分離膜(52)で反射した光が該第二面(46b)と交差する部分に全反射膜(54)を形成し、該全反射膜(54)で反射した光が該第一面(46a)と交差する部分に第2無反射膜(56)を形成したことを特徴とする光増幅器用光モジュール。

【請求項 2】 前記ガラス基板(46)の第一面(46a)の第2無反射膜(56)を削除し、第二面(46b)の全反射膜(54)に代えて当該位置に第3無反射膜を形成したことを特徴とする請求項1記載の光増幅器用光モジュール。

【請求項 3】 少なくとも信号光を透過し励起光を反射する分波膜、カプラ膜及び受光素子を含んだ光増幅器用光モジュールであって、
信号光入力光路に対して所定角度傾けて平行平板状ガラス基板(46)を配置し、
該ガラス基板(46)の、信号光入力方向から見て第一面(46a)の信号光が入射する部分に第1無反射膜(48)を形成し、該第一面(46a)で屈折した信号光が第二面(46b)と交差する部分に信号光を透過し励起光を反射する分波膜(50)を形成し、該分波膜(50)で反射した光がガラス基板(46)の第一面(46a)と交差する部分に第2無反射膜(56)を形成し、該全反射膜(56)で反射した光が該第二面(46b)と交差する部分に第3無反射膜(70)を形成したことを特徴とする光増幅器用光モジュール。

【請求項 4】 少なくとも信号光を透過し励起光を反射する分波膜、カプラ膜及び受光素子を含んだ光増幅器用光モジュールであって、
信号光入力光路に対して所定角度傾けて平行平板状ガラス基板(46)を配置し、
該ガラス基板(46)の、信号光入力方向から見て第一面(46a)の信号光が入射する部分に第1無反射膜(48)を形成し、該第一面(46a)で屈折した信号光が第二面(46b)と交差する部分に信号光を透過し励起光を反射する分波膜(50)を形成し、該分波膜(50)で反射した光がガラス基板(46)の第一面(46a)と交差する部分に第1全反射膜(68)を形成し、該第1全反射膜(68)で反射した光が該第二面(46b)と交差する部分に偏光分離膜(72)を形成し、該偏光分離膜(72)で反射した光が該第一面(46a)と交差する部分に第2全反射膜(74)を形成し、該第2全反射膜(74)

で反射した光が該第二面(46b)と交差する部分に第2無反射膜(76)を形成したことを特徴とする光増幅器用光モジュール。

【請求項 5】 前記ガラス基板(46)の第二面(46b)に形成した第2無反射膜(76)を除去し、第一面(46a)に形成した前記第2全反射膜(74)に代えて当該位置に第2無反射膜(76)を形成したことを特徴とする請求項4記載の光増幅器用光モジュール。

【請求項 6】 少なくとも信号光を透過し励起光を反射する分波膜、カプラ膜及び受光素子を含んだ光増幅器用光モジュールであって、
信号光入力光路に対して所定角度傾けて平行平板状ガラス基板(46)を配置し、
該ガラス基板(46)の、信号光入力方向から見て第一面(46a)の信号光が入射する部分に第1無反射膜(48)を形成し、該第一面(46a)で屈折した信号光が第二面(46b)と交差する部分に信号光を透過し励起光を反射する分波膜(50)を形成し、該分波膜(50)で反射した光がガラス基板(46)の第一面(46a)と交差する部分に第2無反射膜(78)を形成したことを特徴とする光増幅器用光モジュール。

【請求項 7】 少なくとも信号光を透過し励起光を反射する分波膜、カプラ膜及び受光素子を含んだ光増幅器用光モジュールであって、
信号光入力光路に対して所定角度傾けて平行平板状ガラス基板(46)を配置し、
該ガラス基板(46)の、信号光入力方向から見て第一面(46a)の信号光が入射する部分に信号光を透過し励起光を反射する分波膜(50)を形成し、該第一面(46a)で屈折した信号光が第二面(46b)と交差する部分に無反射膜を形成したことを特徴とする光増幅器用光モジュール。

【請求項 8】 前記ガラス基板(46)を透過した信号光の光路中に偏光無依存性光アイソレータ(26)を挿入したことを特徴とする請求項1～7のいずれかに記載の光増幅器用光モジュール。

【請求項 9】 前記偏光無依存性光アイソレータ(26)の信号光伝搬方向下流側に、少なくとも一面にカプラ膜が蒸着された平行平板状ガラス基板(62)を配置したことを特徴とする請求項8記載の光増幅器用光モジュール。

【請求項 10】 前記偏光無依存性光アイソレータ(26)と前記カプラ膜付ガラス基板(62)の間に信号光のみを透過させる狭帯域バンドパスフィルタ(66)を挿入したことを特徴とする請求項9記載の光増幅器用光モジュール。

【請求項 11】 前記カプラ膜は高屈折率材料から形成した偏光無依存性カプラ膜であることを特徴とする請求項9又は10記載の光増幅器用光モジュール。

【請求項 12】 前記カプラ膜を誘電体多層膜の狭帯域バンドパスフィルタから形成したことを特徴とする請求項9又は10記載の光増幅器用光モジュール。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明はエルビウム等の希土類元素をドープした光ファイバを使用した光増幅器用の光モジュールに関する。

【0002】最近、光信号を直接増幅できる光増幅器の研究が盛んに進められており、その中で希土類元素(Er, Nb, Yb等)をドープした光ファイバと励起光を組み合わせた光増幅器が注目されている。

【0003】この光増幅器は、偏波依存性がないこと、低雑音であること、光ファイバ伝送路との結合損失が小さいといった優れた特徴があり、光ファイバ伝送システムにおける伝送中継距離の飛躍的増大、光信号の多数への分配を可能にすると期待されている。

【0004】このような光増幅器を実現するためには、少なくとも信号光と励起光を分波する分波器、モニタ光取り出しのためのカプラ等を含んだ光回路が必要であり、光機能デバイスを一体集積化した光増幅器の光回路を低損失で小型化、高安定化することのできる光増幅器用光モジュールが要望されている。

【0005】

【従来の技術】従来、エルビウムドープファイバの後段に配置する光モジュールは、分波器、カプラ等の個別の光デバイスを基板上に実装して構成されており、光デバイスとして図1(A)に示すような一方の直角プリズム3の斜面に分波膜、カプラ膜等の光学膜4を蒸着し、光学接着剤6で他方の直角プリズム5を貼り合わせて構成したキューブ状のビームスプリッタ2を採用していた。

【0006】このような光デバイスの光学膜は直角プリズム間に挟まれているため、ショート構成と称され、光路構成を簡略化することができる。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】上述したように、従来の光増幅器用光モジュールにはショート構成の光学膜を使用したキューブ状のビームスプリッタ等の光デバイスが使用されていたため、励起光出力及び信号光出力がハイパワーになると、有機物質である光学接着剤が光エネルギーで劣化損傷し、光デバイスの信頼性を損なうという問題があった。

【0008】また、従来はキューブ状の光デバイスを個々に基板上に実装して光モジュールを構成していたため、実表面積の増大、挿入損失の増加という問題があった。このため光増幅器用光モジュールには、図1(B)に示すように平行平板状ガラス基板8の面上に分波膜、カプラ膜等の光学膜9を蒸着したオープン構成のビームスプリッタ7等の光デバイスを採用することが望ましい。

【0009】しかし、ただ単に多数のオープン膜を独立したガラス基板に蒸着して、これらのガラス基板を個々に基板又は筐体に固定すると、ガラス基板相互の位置、角度を精密に制御しにくく、各々のガラス基板の温度、経時変化等に起因する角度ずれが反射回数分加算されて

光路の安定性が低いという問題があった。

【0010】本発明はこのような点に鑑みてなされたものであり、その目的とするところは、オープン構成の各種光学膜を使用して光機能を一体集積化することにより、光増幅器の光回路を低損失で小型化、安定化するこことのできる光増幅器用光モジュールを提供することである。

【0011】

【課題を解決するための手段】本発明は、上述した課題10を解決するために、分波膜、カプラ膜、偏光分離膜等の各種オープン光学膜を平行平板状ガラス基板表面に部分的に蒸着し、極力一枚のガラス基板表面及び基板内で反射又は屈折させる光路構成をとることにより、各種光機能を一体集積化して光増幅器用光モジュールを構成する。

【0012】また、光増幅器の光回路は、光増幅器の使用目的に応じて種々の構成があり、これをより小型に、より効率的な光路で一体化するために、光学膜、アイソレータ等の配列構成を最適化する。

【0013】

【作用】本発明によれば、ガラス基板上に部分的に蒸着したオープン光学膜で各種光デバイスの機能を一体化したため、従来のように励起光及び信号光のハイパワーでデバイスが劣化を起こすことなく、小型で高信頼の光増幅器用光モジュールを提供することができる。

【0014】

【実施例】以下、本発明の実施例を図面を参照して詳細に説明する。まず図2を参照すると、本発明の光モジュールが適用される光増幅器のブロック図が示されている。10はコア中にエルビウム(Er)をドープしたErドープ光ファイバであり、この光ファイバにはカプラ12及び光アイソレータ14を介して信号光が入力される。カプラ12で分岐された信号光はフォトダイオード16で検知され、信号光の監視が行われる。

【0015】18は本発明の対象であるErドープ光ファイバ10の後段に配置された後段光回路一体型光モジュールであり、偏波カプラ21と、分波器24と、光アイソレータ26と、光カプラ28と、フォトダイオード30とから構成される。

【0016】励起用レーザダイオード20aから出射されたP偏光の励起光と、レーザダイオード20bから出射されたS偏光の励起光は、偏波カプラ22で合成され、分波器24に伝搬される。この励起光は分波器24で反射されてErドープ光ファイバ10に入力され、ドープ光ファイバ10中のErイオンを高いエネルギーレベルに励起する。

【0017】このような状態のところに例えば波長1.55μmの信号光が入力すると、信号光と同一波長の光の誘導放出が起こり、信号光がErドープ光ファイバに沿って次第に増幅される。

【0018】増幅された信号光は分波器24、光アイソレータ26及び光カプラ28を透過して光ファイバ伝送路に送出される。光カプラ28で分岐された信号光はフォトダイオード30で検出され、増幅された信号光パワーが一定となるように図示しないAPC回路によりフィードバック制御される。

【0019】また、フォトダイオード16の出力によりLD20a, 20bの駆動回路が信号光の入力に応じてオンオフ制御される。次に図3を参照して、図2に示した後段光回路一体型光モジュール18の実施例について説明する。

【0020】筐体32には光ファイバから出射された光ビームをコリメートビームにする4個のレンズアセンブリ34, 36, 38, 40と、フィードバック制御用のフォトダイオード42が取り付けられている。

【0021】レンズアセンブリ34はErドープ光ファイバ10に接続されており、レンズアセンブリ36は伝送路を構成するシングルモード光ファイバ44に接続されている。

【0022】また、レンズアセンブリ38は偏波面保存光ファイバ58により波長1.48μm或いは0.98μmのP偏光を出力する励起用レーザダイオード20aに接続され、レンズアセンブリ40は偏波面保存光ファイバ60により波長1.48μm或いは0.98μmのS偏光を出力する励起用レーザダイオード20bに接続されている。

【0023】22は一体型光機能デバイスであり、平行平板のガラス基板46の両面に複数種類の光学膜を蒸着して構成されている。ガラス基板46は信号光入力光路に対して所定角度θ(例えば45°)傾けて配置されている。

【0024】ガラス基板46の、信号光入力方向から見て第一面46aの信号光が入射する部分に第1無反射膜48が蒸着され、第一面46aで屈折した信号光が第二面46bと交差する部分に信号光を透過し励起光を反射する分波膜50が蒸着されている。

【0025】さらに、分波膜50で反射した光がガラス基板46の第一面46aと交差する部分に偏光分離膜52が蒸着され、該偏光分離膜52で反射した光が第二面46bと交差する部分に全反射膜54が蒸着され、該全反射膜54で反射した光が第一面46aと交差する部分に第2無反射膜56が蒸着されている。

【0026】26は偏光無依存性光アイソレータであり、例えば特公昭61-58809号に記載されたようなテーパルチル型光アイソレータから構成されている。偏光無依存性光アイソレータ26の下流側には波長1.55μmの信号光のみを透過させる狭帯域バンドパスフィルタ66が挿入されている。

【0027】28は平行平板状ガラス基板62の面上にカプラ膜64を蒸着して形成した光カプラであり、大部

分の信号光は光カプラ28を透過してシングルモード光ファイバ44に結合されるが、一部の信号光は光カプラ28で分岐されてフォトダイオード42により検出される。カプラ膜64は高屈折材料から形成した偏光無依存性カプラ膜か、又は誘電体多層膜から形成した狭帯域バンドパスフィルタから形成される。

【0028】然して、LD20bから出射した波長1.48μmのS偏光の励起光は第2無反射膜56を透過し全反射膜54で全反射されて偏光分離膜52に入射し、ここでまた反射される。

【0029】一方、LD20aから出射した波長1.48μmのP偏光の励起光は偏光分離膜52を透過し、S偏光と合成されて分波膜50に入射する。励起光は分波膜50で反射されて第1無反射膜48を透過してErドープ光ファイバ10に入射し、Erイオンを高いエネルギー準位に励起する。

【0030】Erドープ光ファイバ10で増幅された信号光は筐体32に固定されたレンズアセンブリ34でコリメートビームにされ、ガラス基板46に形成された第1無反射膜48及び分波膜50を透過し、さらに偏光無依存性光アイソレータ26及び信号光のみを透過させる狭帯域バンドパスフィルタ66を透過して光カプラ28に入射する。

【0031】光カプラ28のカプラ膜64で信号光の一部はフォトダイオード42に反射分岐され、殆どの信号光は光カプラ28を透過してレンズアセンブリ36を介してシングルモード光ファイバ44に結合される。

【0032】本実施例によれば、ガラス基板46の両面に分波膜50、偏光分離膜52、全反射膜54等の光学膜を蒸着した一体型光機能デバイス22を使用したため、偏波合成して高出力化した励起光をErドープ光ファイバ10へ後方励起する光モジュールを低損失で小型・高安定に構成できるため、光増幅器の小型化、高性能化を実現することができる。

【0033】上述した一体型光機能デバイス22の変形として、第2無反射膜56を削除し、全反射膜54の位置に無反射膜を蒸着する構成が考えられる。この場合には、S偏光は新たに蒸着した無反射膜に図3で水平方向から入射するように構成する。P偏光の入射位置は図3の実施例と同様である。

【0034】以下、図4乃至図6を参照して、本発明の光モジュールに使用する一体型光機能デバイスの他の実施例について説明する。図4の一体型光機能デバイス22Aは平行平板状ガラス基板46の、信号光入力方向から見て第一面46aの信号光が入射する部分に第1無反射膜48を蒸着し、第一面46aで屈折した信号光が第二面46bと交差する部分に信号光を透過し励起光を反射する分波膜50を蒸着する。

【0035】さらに、分波膜50で反射された光がガラス基板46の第一面46aと交差する部分に全反射膜6

8を蒸着し、全反射膜68で反射された光が第二面46bと交差する部分に第2無反射膜70を蒸着して構成される。

【0036】この実施例によると、矢印A方向から入射された励起光は第2無反射膜70を透過して全反射膜68で全反射され、さらに分波膜50で反射されて第1無反射膜48を透過してErドープ光ファイバ10に入力される。

【0037】本実施例の他の構成は図3で説明した第1実施例と同様である。本実施例によると、励起光源は一つしか設けることしかできないが、その分、光モジュールの構成を簡略化することが可能である。

【0038】図5を参照すると、本発明のさらに他の実施例に係る一体型光機能デバイス22Bを採用した光モジュールの概略構成が示されている。本実施例の一体型光機能デバイス22Bは以下のように構成される。

【0039】即ち、平行平板状ガラス基板46の、信号光入力方向から見て第一面46aの信号光が入射する部分に第1無反射膜48を蒸着し、第一面46aで屈折した信号光が第二面46bと交差する部分に信号光を透過し励起光を反射する分波膜50を蒸着する。

【0040】さらに、分波膜50で反射された光がガラス基板46の第一面46aと交差する部分に第1全反射膜68を蒸着し、第1全反射膜68で反射した光が第二面46bと交差する部分に偏光分離膜72を蒸着する。

【0041】さらに、偏光分離膜72で反射した光が第一面46aと交差する部分に第2全反射膜74を蒸着し、第2全反射膜74で全反射した光が第二面46bと交差する部分に第2無反射膜76を蒸着する。

【0042】一体型光機能デバイス22Bをこのように構成すると、S偏光の励起光は矢印Aの方向から第2無反射膜76部分に入射され、P偏光の励起光は矢印B方向から偏光分離膜72に入射される。本実施例の他の機能部品の配置は上述した第1実施例と同様である。

【0043】本実施例の構成をとることにより、一体型光機能デバイス22Bに入射する光を全て水平方向から入射させることができるために、光モジュールのより一層の小型化を図ることができる。

【0044】本実施例の変形例として、第二面46bに形成した第2無反射膜76を削除し、第2全反射膜74の位置に第2無反射膜を蒸着する構成が考えられる。この変形例によると、S偏光の励起光は第2無反射膜に上方から入射するように配置される。

【0045】次に図6を参照して、本発明のさらに他の実施例に係る一体型光機能デバイスを採用した光モジュールの構成について説明する。本実施例によると、平行平板状ガラス基板46の信号光入力方向から見て第一面46aの信号光が入射する部分に第1無反射膜48を蒸

着し、第一面46aで屈折した信号光が第二面46bと交差する部分に信号光を透過し励起光を反射する分波膜50を蒸着する。さらに、分波膜50で反射した光が第一面46aと交差する部分に第2無反射膜78を蒸着する。

【0046】この構成によると、励起光は矢印A方向から第2無反射膜に入射され、第一面46aで屈折した励起光は分波膜50で反射され、第1無反射膜48を透過してEr光ファイバ10に入力される。

10 【0047】本実施例の変形例として、第一面46aの第1無反射膜48部分に分波膜を蒸着し、第二面46bの分波膜50を蒸着した部分に無反射膜を蒸着する構成が考えられる。この変形例によると、励起光は分波膜を蒸着した第一面46aの信号光が入射する部分に入射するよう配置される。

【0048】

【発明の効果】本発明は以上詳述したように構成したので、光増幅器の光回路を低損失で小型化、高安定化でき、光増幅器の小型化、高性能化を実現できる。また、オープン構成の多種類の光学膜をガラス基板に蒸着した一体型光機能デバイスを採用したため、光増幅器用光モジュールの小型化、コストダウンを図ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】光学膜のショート構成及びオープン構成を示す図である。

【図2】本発明が適用される光増幅器のブロック図である。

【図3】本発明実施例の断面図である。

【図4】本発明の他の実施例の光部品配置図である。

30 【図5】本発明のさらに他の実施例の光部品配置図である。

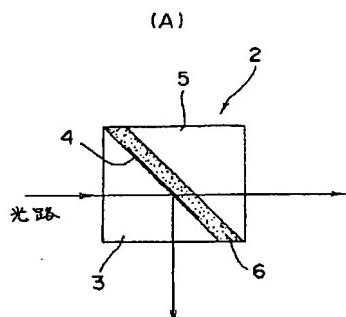
【図6】本発明のさらに他の実施例の光部品配置図である。

【符号の説明】

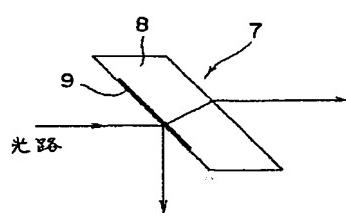
- 10 Erドープ光ファイバ
- 18 後段光回路一体型光モジュール
- 21 偏波カプラ
- 22, 22A, 22B, 22C 一体型光機能デバイス
- 24 分波器
- 40 26 光アイソレータ
- 28 光カプラ
- 46 平行平板ガラス基板
- 50 分波膜
- 52, 72 偏光分離膜
- 54, 68 全反射膜
- 64 カプラ膜
- 66 狹帯域バンドパスフィルタ

【図1】

ショート膜及びオーフン膜表示図

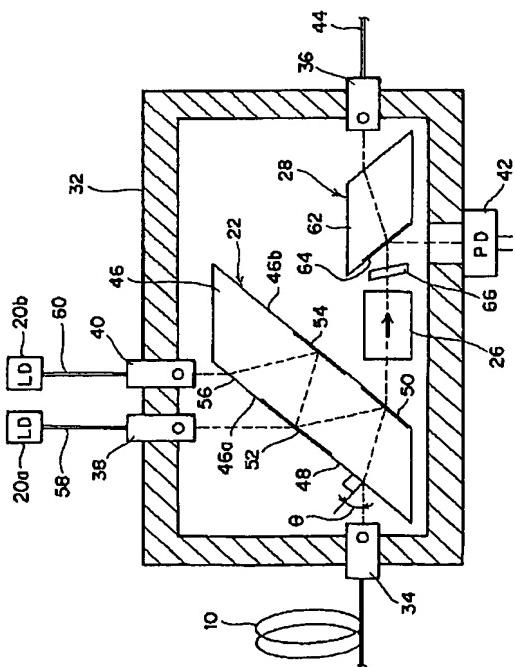


(B)



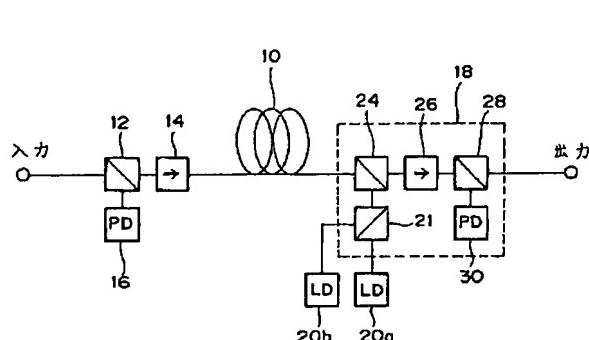
【図3】

実施例断面図



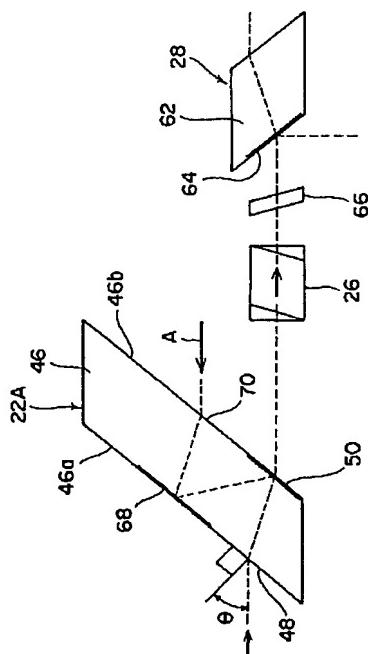
【図2】

光増幅器プロット図

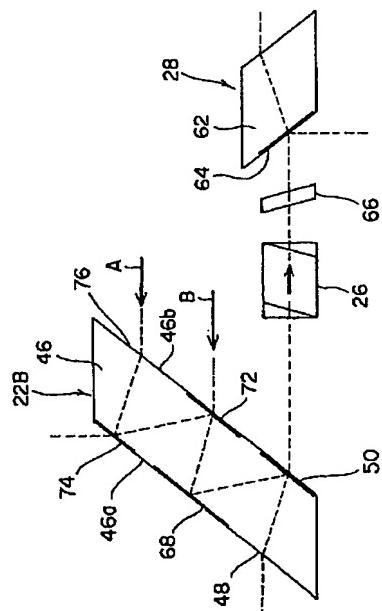


【図4】

他の実施例の光部品配置図 さらに他の実施例の光部品配置図

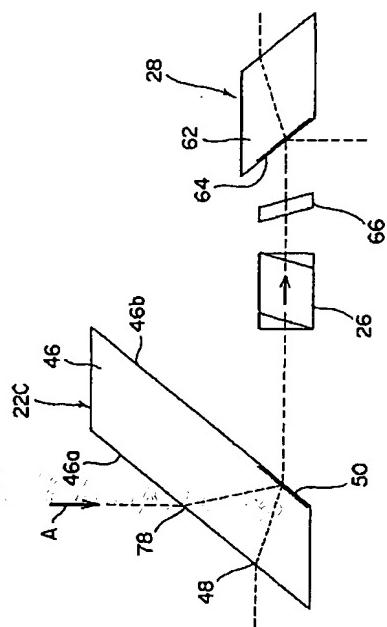


【図5】



【図 6】

さらに他の実施例の光部品配置図



フロントページの続き

(51) Int. Cl.⁵

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

H 0 1 S 3/10

Z 8934-4M

(72) 発明者 久保 輝洋

北海道札幌市中央区北一条西 2-1 富士

通北海道ディジタルテクノロジ株式会社内

株式会社内

THIS PAGE BLANK (USPTO)